

平成 28 年（2016 年）の草津白根山の火山活動

気象庁地震火山部
火山監視・警報センター

火山性地震は概ね少ない状態で経過しました。地殻変動観測では 2014 年 4 月頃から湯釜付近の膨張を示す変動が認められていましたが、2015 年 11 月頃より停滞しています。全磁力連続観測では、2014 年 5 月頃から継続していた湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化は、2014 年 7 月頃から停滞しています。

湯釜火口の北から北東内壁及び水釜火口の北から北東側にかけての斜面での熱活動や、北側噴気地帯での活発な噴気活動が継続しています。東京工業大学によると、北側噴気地帯のガス組成と湯釜湖水の化学成分には火山活動の活発化を示す変化が引き続きみられ、湯釜の水温は平年よりも高い状態が続いています。

○噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況、2016 年の発表履歴

2016 年中変更なし	火口周辺警報（噴火警戒レベル 2、火口周辺規制）
-------------	--------------------------

○ 2016 年の活動概況

・噴煙など表面現象の状況（図 1～6）

5 月 16～19 日及び 9 月 27～28 日に実施した現地調査では、前年（2015 年）の観測と同様に、引き続き湯釜火口壁北側、水釜火口の北から北東側の斜面に地熱域¹⁾が認められました。水釜火口北側斜面では、一部の地点で前年（2015 年）と比較して温度の上昇が認められました。また、群馬県の協力により 5 月 23 日に実施した上空からの観測、陸上自衛隊東部方面航空隊の協力により 5 月 31 日に実施した上空からの観測では、前年（2015 年）同様に湯釜火口壁北側で地熱域を確認しました。

奥山田監視カメラ（湯釜の北約 1.5km）では、湯釜北側噴気地帯の噴気孔からごく弱い噴気が認められています。また、東京工業大学によると、北側噴気地帯のガス組成と湯釜湖水の化学成分には火山活動の活発化を示す変化が引き続きみられ、湯釜の水温は平年よりも高い状態が続いています。逢ノ峰監視カメラ（湯釜の南約 1 km）では、湯釜からの噴気は認められませんでした。

・地震及び微動の発生状況（図 7、図 8、図 9-①、表 1）

火山性地震は概ね少ない状態で経過しました。

火山性微動は観測されていません。

・地殻変動の状況（図 9-②～⑥、図 10、図 11、図 16）

GNSS²⁾連続観測では、湯釜を挟む基線で 2014 年 4 月頃からみられていたわずかな伸びの変化は、2015 年 11 月頃より停滞しています。湯釜周辺に設置している東京工業大学の傾斜計によると、2014 年 3 月から湯釜付近浅部での膨張を示すと考えられる変動が観測されていましたが、2015 年 10 月頃から停滞または収縮を示すと考えられる変動に変化しています。

5 月 16～19 日及び 9 月 27～30 日に実施した GNSS 繰り返し観測では、引き続き湯釜付近で収縮傾向が認められました。

この資料は気象庁ホームページ (<http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/volcano.html>) でも閲覧することができます。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京工業大学及び国立研究開発法人防災科学技術研究所のデータも利用して作成しています。

資料中の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『電子地形図（タイル）』『数値地図 25000（行政界・海岸線）』『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用しています（承認番号：平 26 情使、第 578 号）。また、同院発行の『2万5千分1地形図』を複製しています（承認番号：平 26 情複、第 658 号）。

・全磁力変化の状況（図 12～15）

全磁力³⁾連続観測では、2014 年 5 月頃から継続していた湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化は小規模なものと考えられ、2014 年 7 月頃から停滞しています。

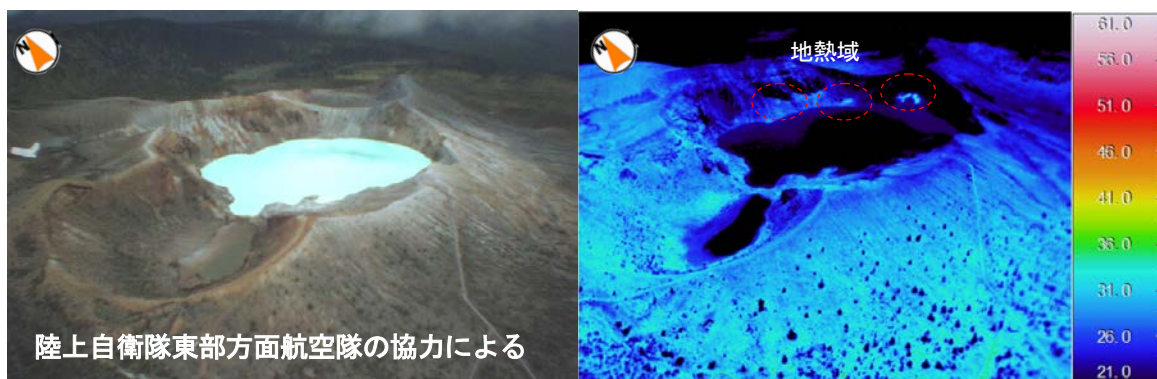
10 月 5～7 日に実施した全磁力繰返し観測では、熱活動の変化を示すと考えられる変化は観測されませんでした。

- 1) 赤外熱映像装置により観測しています。赤外熱映像装置は、物体が放射する赤外線を検知して温度を測定する測器で、熱源から離れた場所から測定することができる利点がありますが、測定距離や大気等の影響で実際の温度より低く測定される場合があります。
- 2) GNSS (Global Navigation Satellite Systems) とは、GPS をはじめとする衛星測位システム全般を示す呼称です。
- 3) 火山体の南側で全磁力を観測した場合、全磁力値が減少すると火山体内部で温度上昇が、全磁力値が増加すると火山体内部で温度低下が生じていると推定されます。

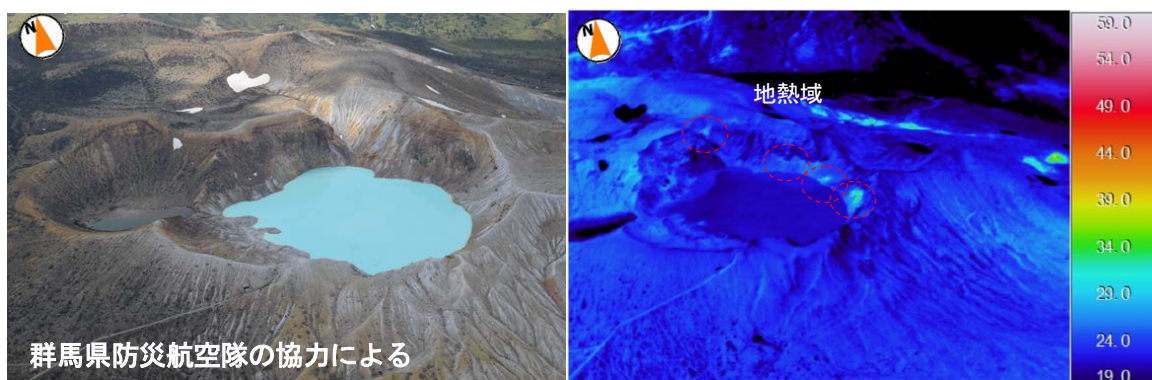


図 1 草津白根山 湯釜付近の状況

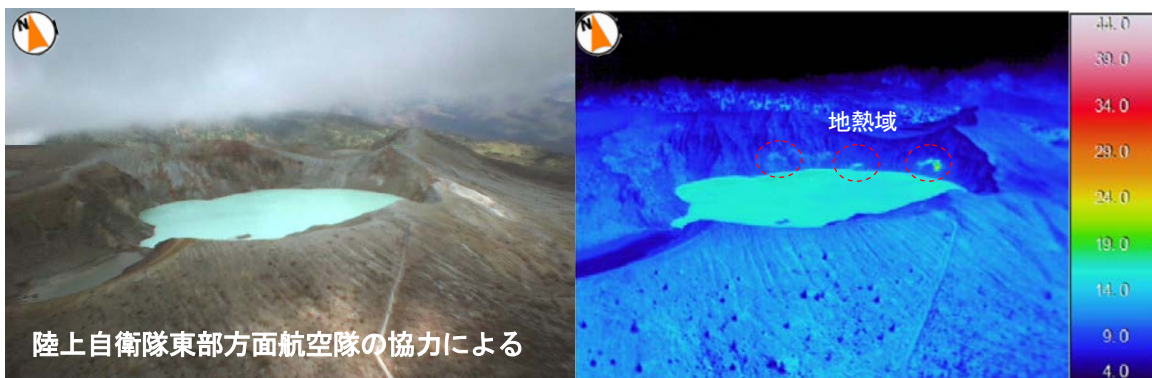
左上図：奥山田監視カメラ（12 月 7 日撮影） 右上図：達ノ峰（山頂）監視カメラ（12 月 3 日撮影）
左下図：東京工業大学監視カメラ（12 月 7 日撮影）



2016 年 5 月 31 日 11 時 23 分 湯釜火口の南西上空から撮影



2016 年 5 月 23 日 14 時 28 分（可視）14 時 25 分（赤外） 湯釜火口の南上空から撮影



2015 年 10 月 13 日 10 時 28 分 湯釜火口の南西上空から撮影

図 2 草津白根山 湯釜火口周辺の状況及び地表面温度分布

5 月 23 日に群馬県の協力により、5 月 31 日に陸上自衛隊東部方面航空隊の協力により実施した上空からの観測では、前回（2015 年 10 月 13 日）に引き続き、湯釜火口内の赤線内の範囲では地熱域が確認されました。

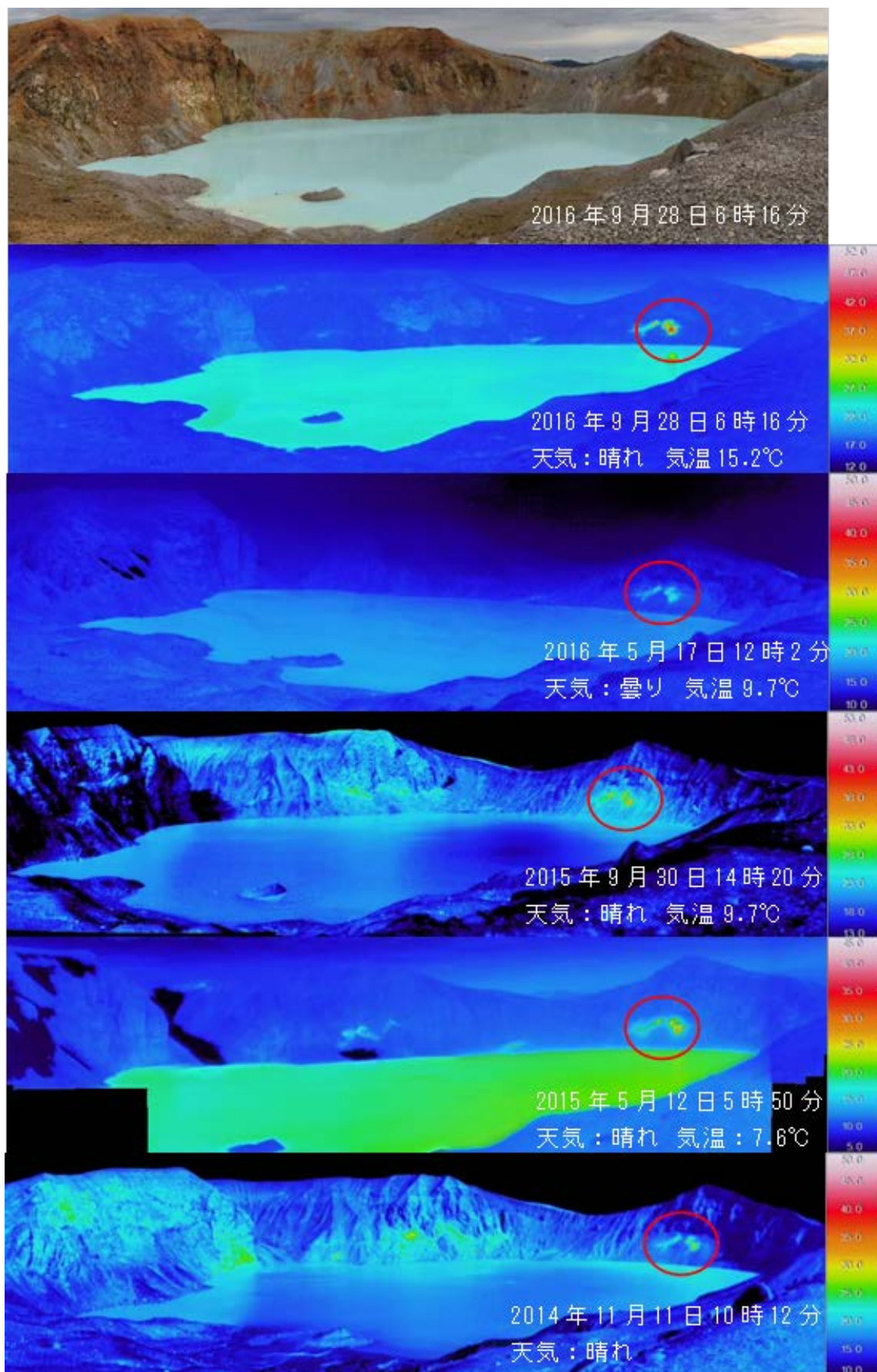


図3 草津白根山 湯釜火口内壁の赤外熱映像
過去2年程度の観測と比較して、内壁の一部（赤丸部分）の温度が上昇している可能性があります。

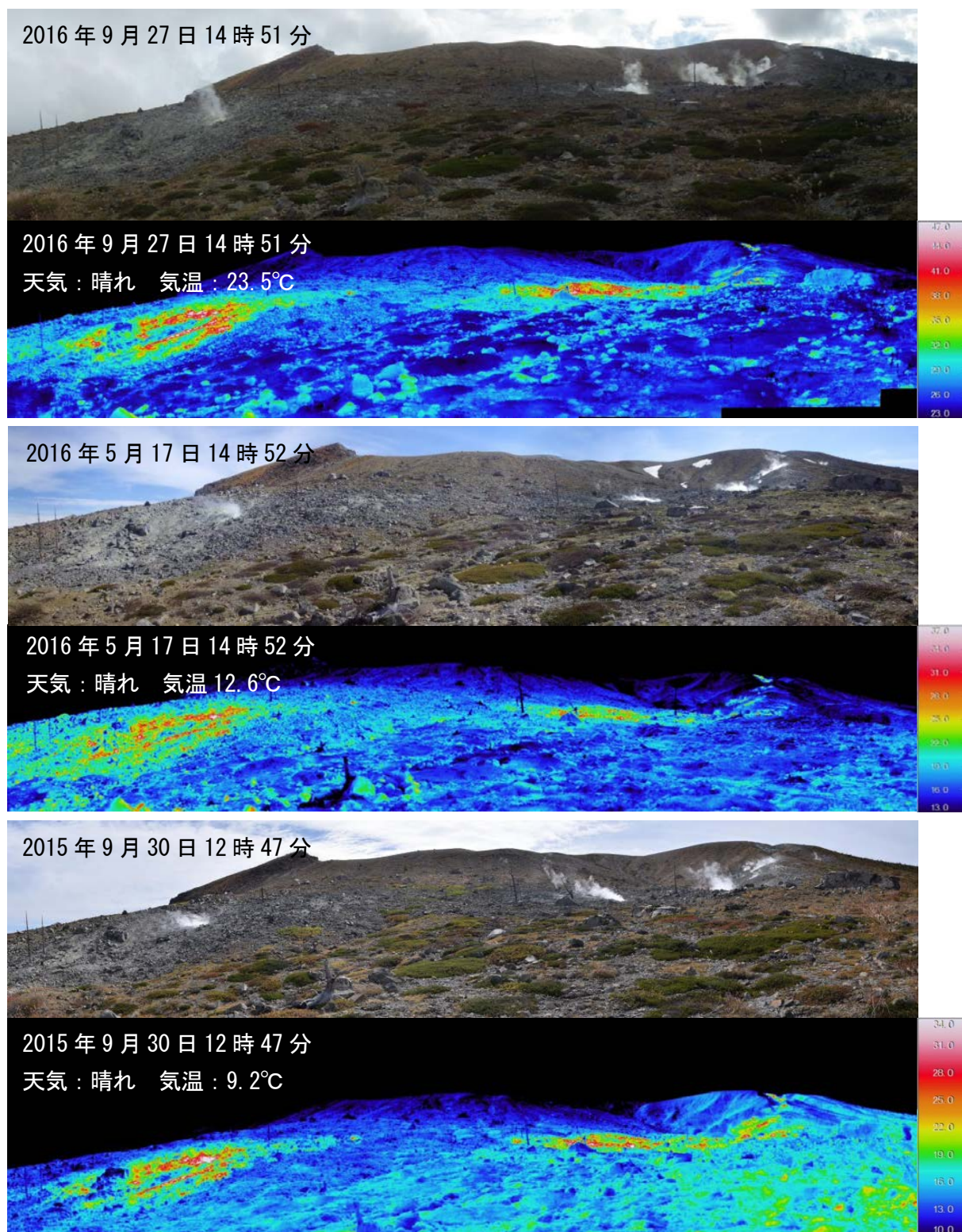


図 4 草津白根山 水釜火口北側斜面の状況

- ・ 過去 1 年程度の観測と比較して、噴気の勢いが強くなっていました。
- ・ 水釜火口北側斜面では、一部の地点で前年（2015 年）と比較して温度の上昇が認められました。

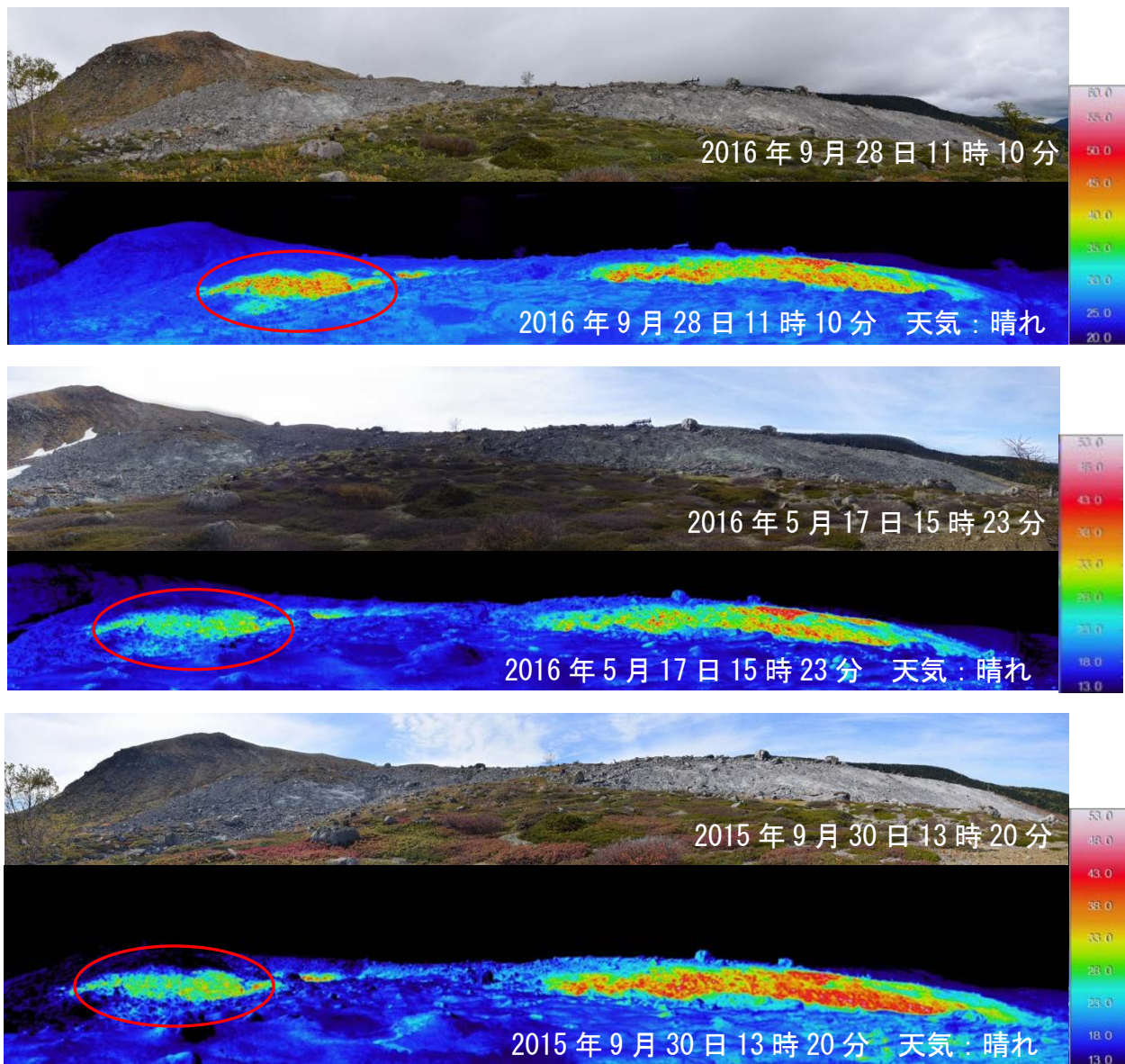


図5 草津白根山 水釜火口北東部の状況

過去1年程度の観測と比較して、水釜火口北東部の一部（赤丸）の温度が上昇している可能性があります。

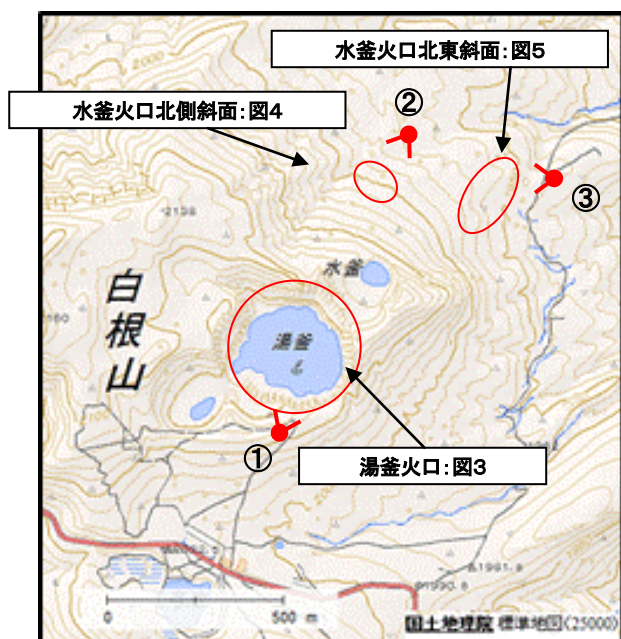


図6 草津白根山 湯釜周辺図

∨：撮影方向
 (①～③が図3、図4、図5のおおよその撮影方向)

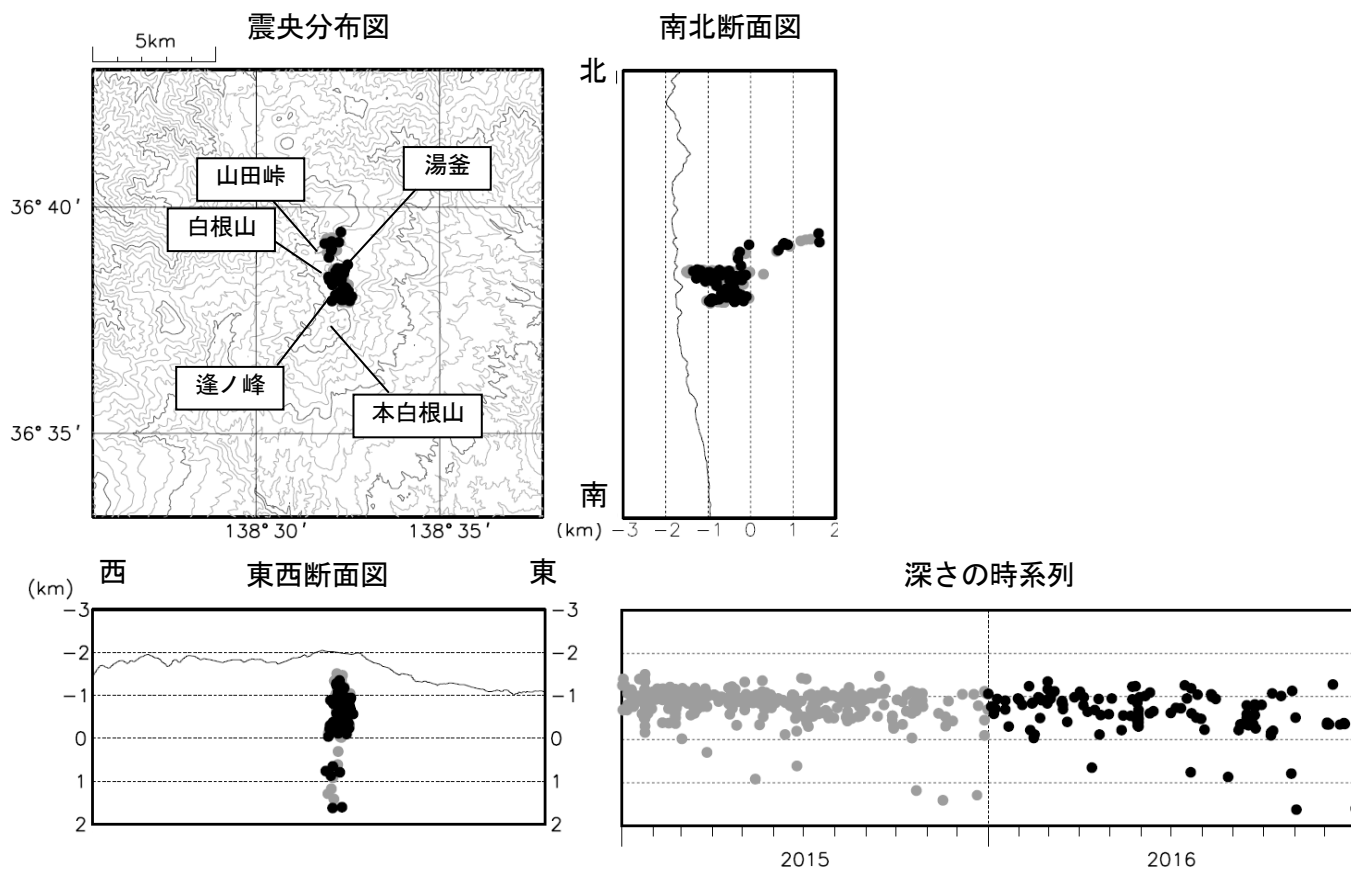


図7 草津白根山 火山性地震の震源分布 (2015年1月1日～2016年12月31日)

- : 2015年1月1日～12月31日
- : 2016年1月1日～12月31日

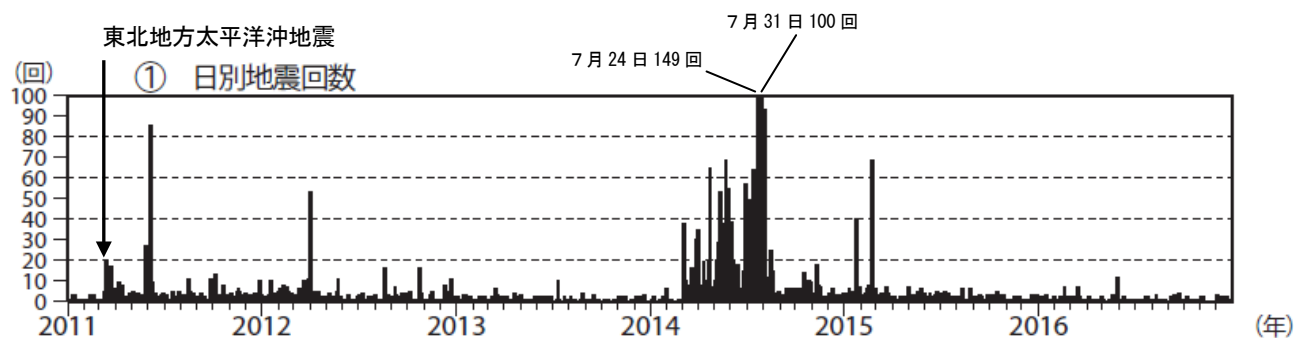


図8 草津白根山 日別地震回数 (2011年1月1日～2016年12月31日)

2014年3月上旬から湯釜付近及びその南側を震源とする火山性地震が増加しました。2014年8月下旬以降は2015年1月と2月に一時的な増加がみられたものの、概ね少ない状態で経過しています。

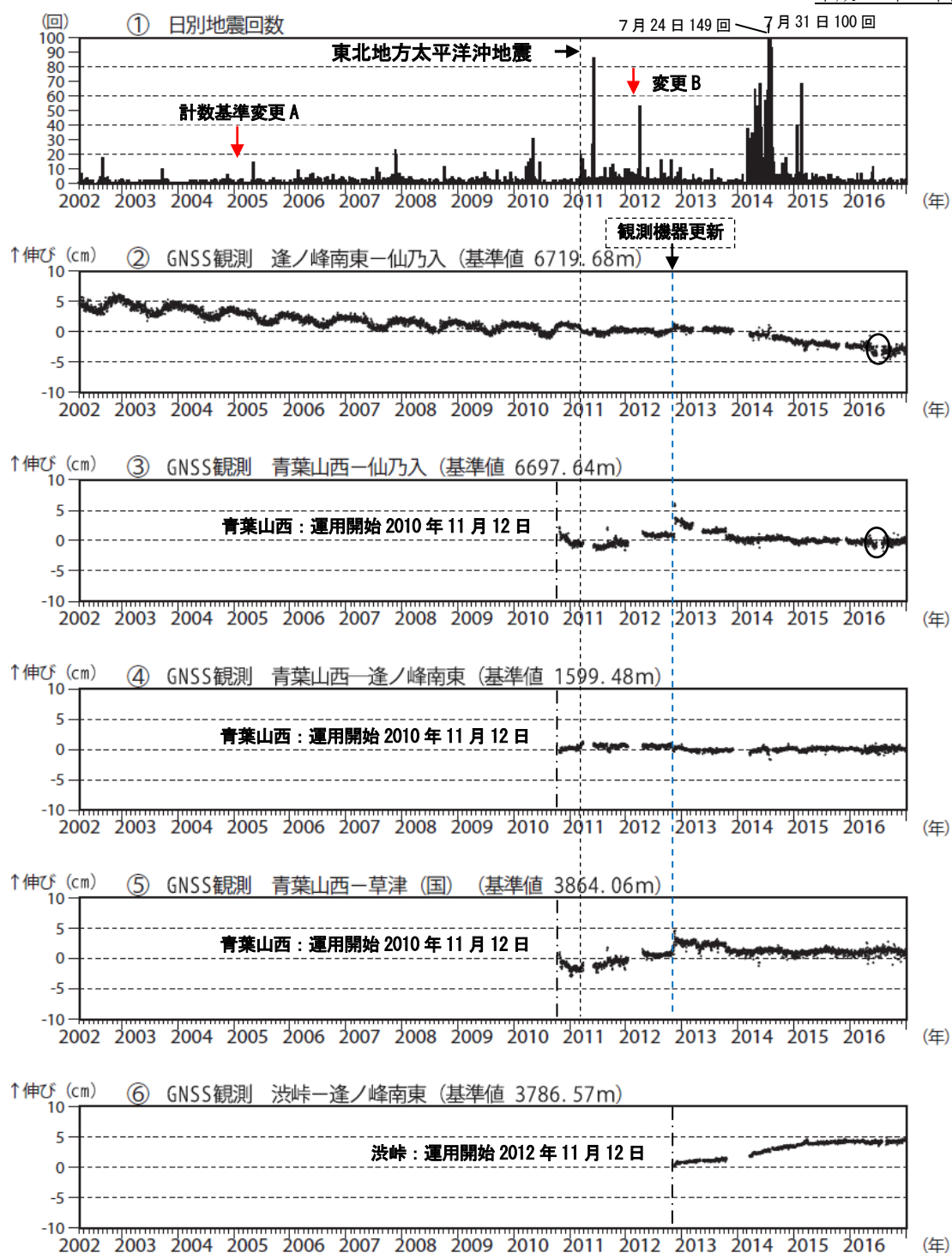


図9 草津白根山 火山活動経過図 (2002年4月1日～2016年12月31日)

- ① 山体付近で発生した地震の日別回数
 検測基準 (赤矢印は計数基準変更時期を示します)
- ・ 2005年1月21日まで: 水釜北東振幅 (上下動) $0.05\mu\text{m}$ 以上、S-P 2秒以内
 - ・ 2005年1月21日 (変更 A): 検測対象波形を変位から速度に変更
 - ・ 2005年1月21日 (変更 A) ~ 2012年2月29日: 水釜北東振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 時間 2秒以内
 - ・ 2012年3月1日 (変更 B) から: 水釜北東振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 1.5秒以内
- ②～⑥ GNSS 連続観測による基線長変化 (国): 国土地理院
- ・ 湯釜を挟む基線⑥で 2014年4月頃からみられていたわずかな伸びの変化は、2015年11月頃より停滞しています。
 - ・ 2010年10月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良しています。それ以前に②の基線長変化にみられる冬季の伸びと夏季の縮みの傾向は季節変動による変化です。
 - ・ ②には東北地方太平洋沖地震 (2011年3月11日) に伴うステップ状の変化がみられます。
 - ・ ②③にみられる 2016年4月頃からの変化は (図中のO)、仙乃入観測点付近の局所的な変動と考えられます。
 - ・ ②～⑥は図 16 の②～⑥に対応しています。グラフの空白部分は欠測を示します。

表 1 草津白根山 2016 年日別地震回数
 計数基準：水釜北東振幅 1.0 μ m/s 以上、S-P1.5 秒以内

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2日	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1
3日	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3
4日	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0
5日	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6日	1	0	1	0	0	0	1	0	2	2	0	1
7日	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
8日	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0
9日	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2
10日	0	1	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0
11日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12日	0	2	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
13日	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0
14日	0	1	2	0	1	0	1	1	3	0	0	0
15日	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16日	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	2
17日	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
18日	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19日	0	7	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
20日	0	2	2	1	0	0	1	1	1	0	0	2
21日	1	2	1	1	3	0	2	0	0	1	0	1
22日	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
23日	0	1	0	0	2	0	1	1	1	0	0	0
24日	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
25日	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
26日	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0
27日	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
28日	0	2	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0
29日	0	2	0	2	12	0	0	0	1	1	0	0
30日	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
31日	2		0		0		1	0		0		3
月合計	14	25	20	12	30	9	14	10	21	12	7	18
年合計	192											

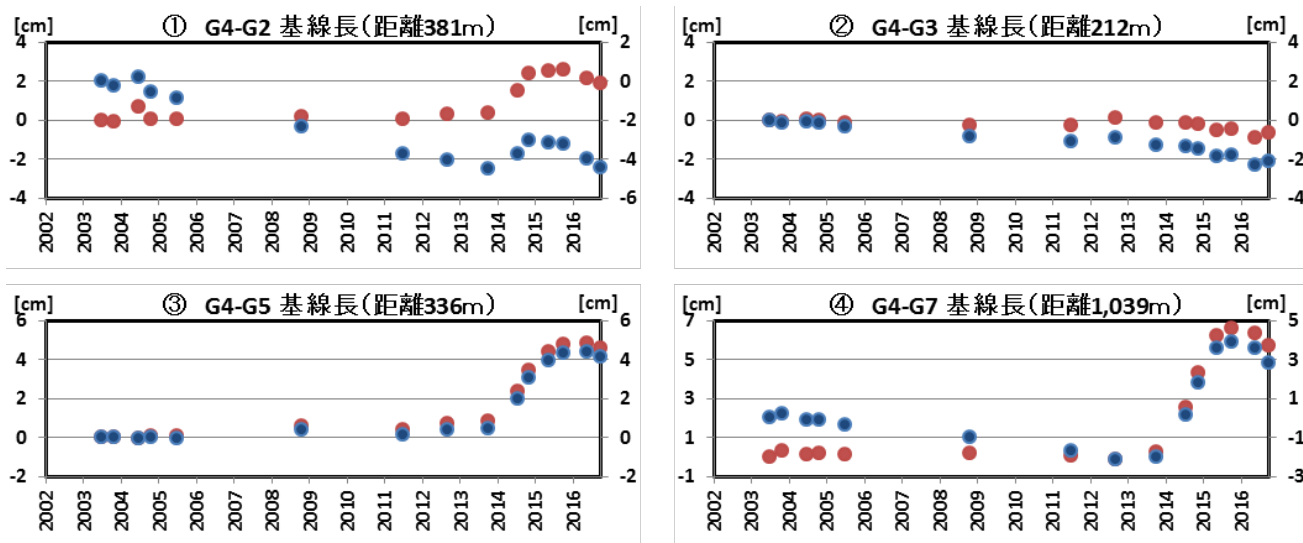


図 10 草津白根山 GNSS 繰り返し観測の基線解析結果 (2003 年 7 月～2016 年 9 月 30 日)

①～④は図 11 の基線①～④に対応しています。

青色は測定値、赤色は 2013 年までの変化が小さくなる様にトレンドを補正した値。

- ・ 5 月 16～19 日及び 9 月 27～30 日に実施した GNSS 繰り返し観測では、引き続き湯釜付近で収縮傾向が認められました。

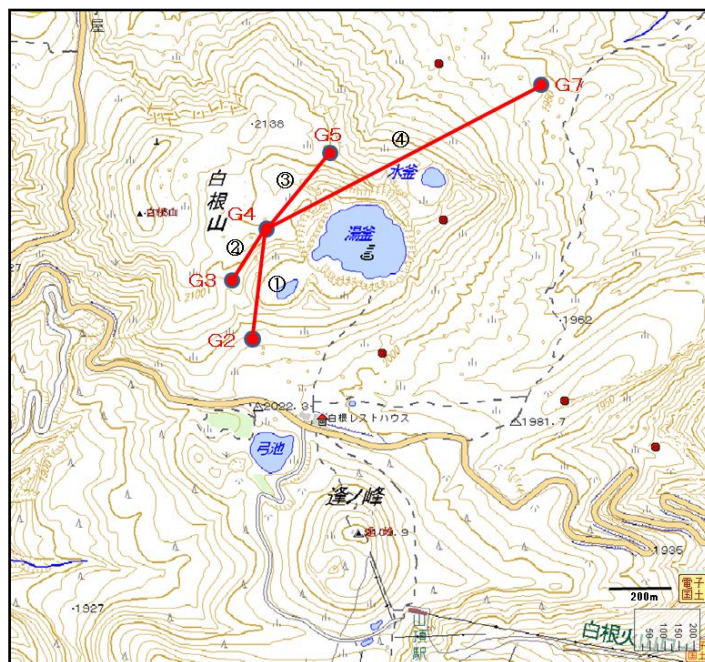


図 11 草津白根山 GNSS 繰り返し観測の基線配置

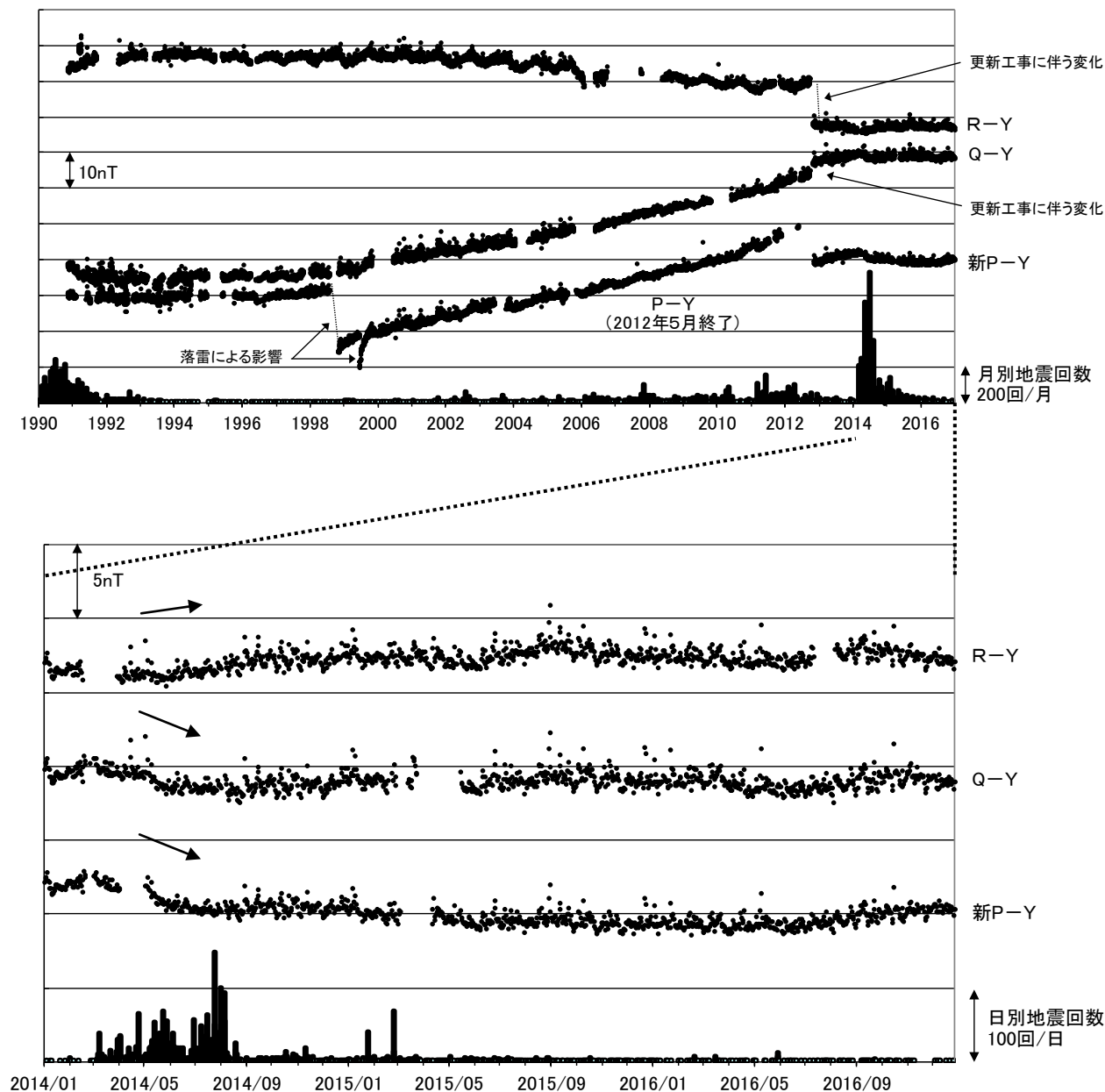


図 12 草津白根山 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び地震回数
 上段：1990 年～2016 年 12 月 26 日、下段：2014 年 1 月～2016 年 12 月 26 日

- ・連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段は日別地震回数を示しています。全磁力連続観測で、2014 年 5 月頃から継続していた湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化(図中の黒矢印)は小規模なものと考えられ、2014 年 7 月頃から停滞しています。グラフの空白部分は欠測を示します。
- ・P、Q、R および新 P の位置は図 14 に示されています。

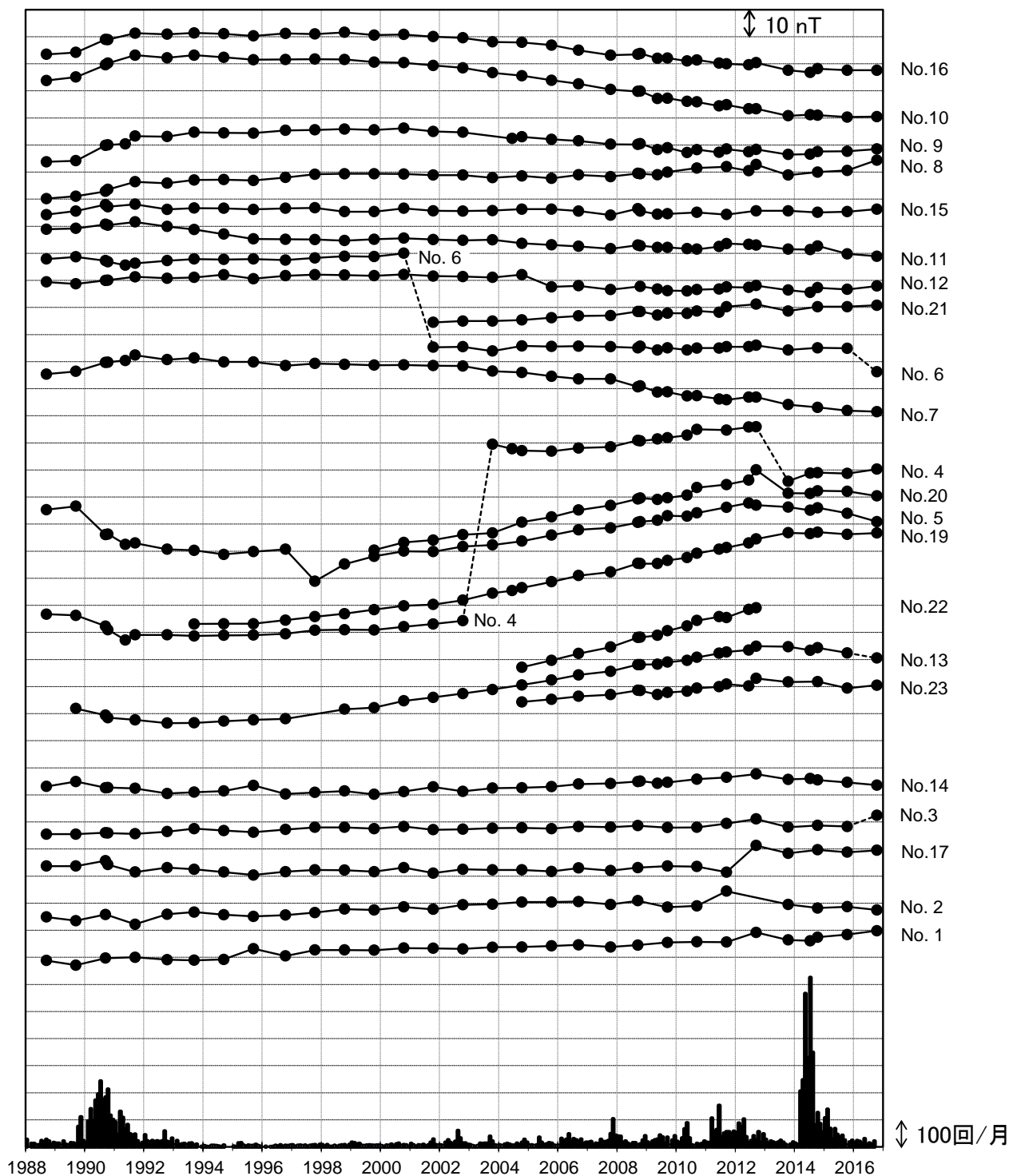


図 13 草津白根山 全磁力繰返し観測による全磁力値の変化及び地震回数（1988 年 9 月～2016 年 10 月）

八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学）で観測された全磁力値を基準としており、草津白根山と八ヶ岳の地域的短周期変動の差は連続観測点 Q を介して除去しています。破線は周辺環境の変化によると思われるギャップを示しています。2014 年以降、再帯磁は停止しています。観測点の位置は図 14 に示されています。

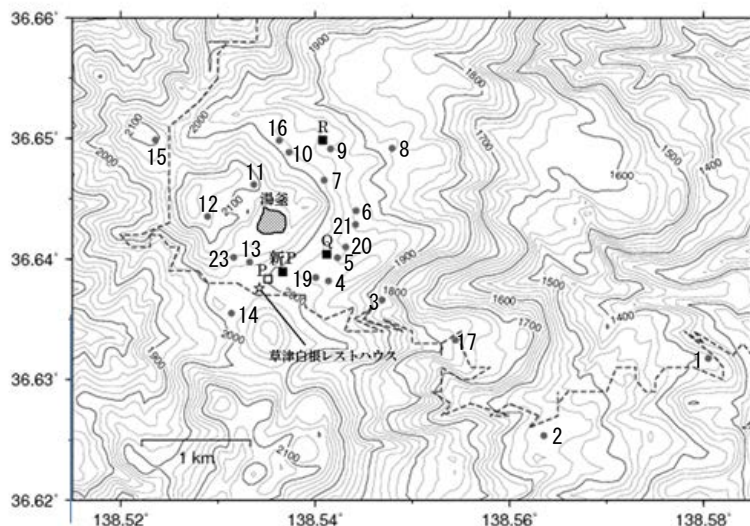


図 14 草津白根山 全磁力観測点配置図

- : 連続観測点 (新 P、Q、R : 観測中)
- : 連続観測点 (P : 2012 年 5 月観測終了)
- : 繰り返し観測点

道路 (破線) の記載には、「国土数値情報 (道路データ) 国土交通省」を使用しました。
 ※図 12 の Y (東京大学八ヶ岳地球電磁気観測所) は地図の範囲外 (草津白根山の南約 62km)

【参考】全磁力観測について

火山活動が静穏なときの火山体は地球の磁場 (地磁気) の方向と同じ向きに磁化されています。これは、火山を構成する岩石には磁化しやすい鉱物が含まれており、マグマや火山ガス等に熱せられていた山体が冷えていく過程で、地磁気の方に帯磁するためです。しかし、火山活動の活発化に伴い、マグマが地表へ近づくななどの原因で火山体内の温度が上昇するにつれて、周辺の岩石が磁力を失うようになります。これを「熱消磁」と言います。そして地下で熱消磁が発生すると、地表で観測される磁場の強さ (全磁力) が変化します。これらことから、全磁力観測により火山体内部の温度の様子を知る手がかりを得ることができます。

例えば、山頂直下で熱消磁が起きたとすると、火口の南側では全磁力の減少、火口北側では逆に全磁力の増大が観測されます。この変化は、熱消磁された部分に地磁気と逆向きの磁化が生じたと考えることで説明できます。図15に示すように、山頂部で観測した全磁力の値は、南側Aでは地磁気と逆向きの磁力線に弱められて小さく、北側Bでは強められて大きくなるのがわかります。

ただし全磁力の変化は、熱消磁によるものだけでなく、地下の圧力変化などによっても生じることがあります。

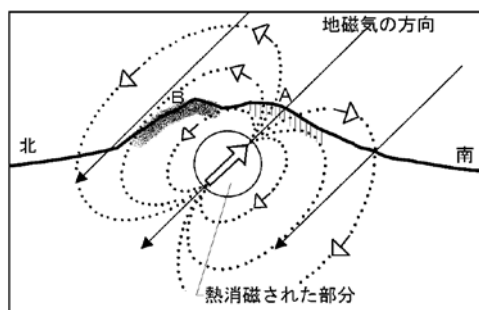
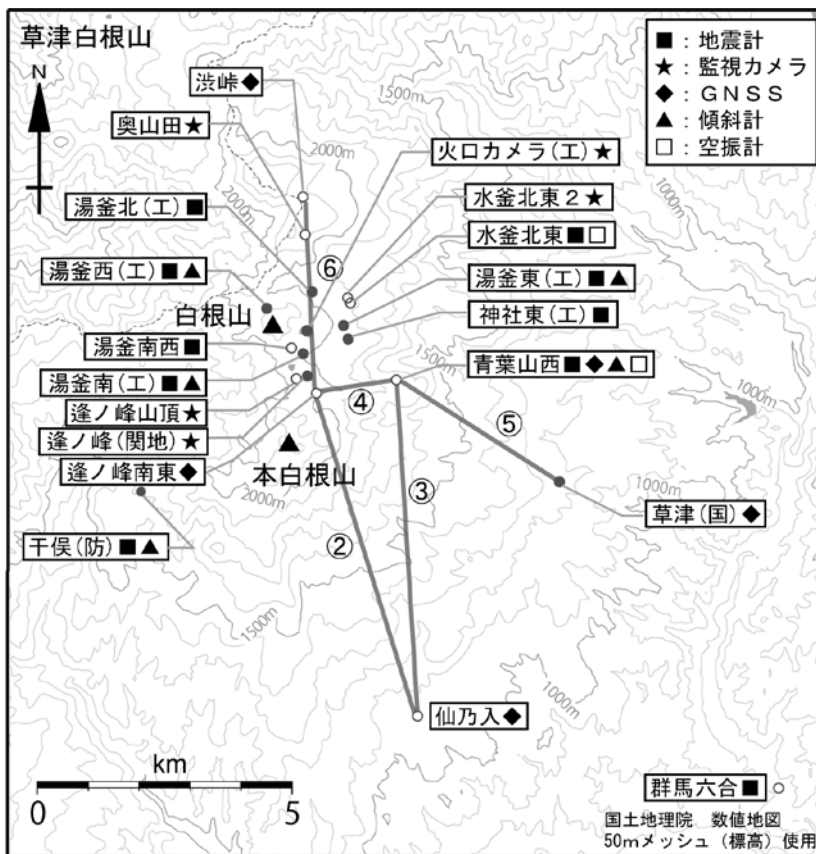


図15 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

火山体周辺の全磁力変化と火山体内部の温度

北側の観測点で 全磁力増加 南側の観測点で 全磁力減少	[消磁]		火山体内部の 温度上昇 を示唆する変化
北側の観測点で 全磁力減少 南側の観測点で 全磁力増加	[帯磁]		火山体内部の 温度低下 を示唆する変化



小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国)：国土地理院、(防)：防災科学技術研究所、(工)：東京工業大学、(開地)：関東地方整備局

図 16 草津白根山 観測点配置図

・ GNSS 基線②～⑥は図 9 の②～⑥に対応しています。

表 2 草津白根山 気象庁観測点一覧

観測種類	地点名	位置			設置高 (m)	観測開始日	備考
		緯度	経度	標高 (m)			
地震計	水釜北東	36° 38.88′	138° 32.73′	1933	0	1978. 1. 1	短周期 3成分
	群馬六合	36° 33.91′	138° 38.19′	645	-	1996. 9. 25	短周期 3成分
	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1776	-95	2010. 11. 12	短周期 3成分
	湯釜南西	36° 38.37′	138° 32.01′	2020	-2	2016.12.1	広帯域 3成分
傾斜計	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1776	-95	2011. 4. 1	
空振計	水釜北東	36° 38.9′	138° 32.7′	1933	2	2001. 9. 18	
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1776	7	2010. 11. 12	
GNSS	仙乃入	36° 34.5′	138° 33.6′	1070	4	2001. 10. 11	2周波 2012. 10. 30更新
	逢ノ峰南東	36° 37.9′	138° 32.3′	2027	5	2001. 10. 11	2周波 2012. 11. 6更新
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1774	11	2010. 11. 12	2周波
	渋峠	36° 40.0′	138° 32.1′	2154	6	2012. 11. 12	2周波
監視カメラ	逢ノ峰山頂	36° 38.1′	138° 32.1′	2099		1986. 4. 1	高感度
	奥山田	36° 39.6′	138° 32.1′	2168	10	2010. 4. 1	可視
	水釜北東2	36° 38.9′	138° 32.7′	1940	3	2016.12.1	熱赤外